

ELECTRON MULTIPLIER TUBE, MULTI-CHANNEL PLATE AND THEIR MANUFACTURE

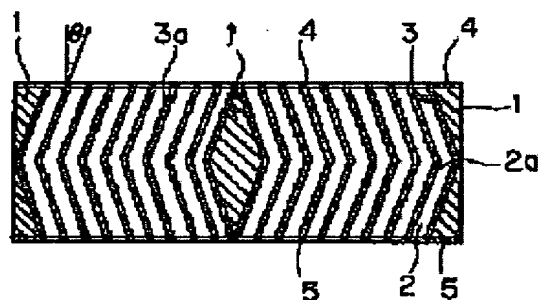
Patent number: JP2000113851
Publication date: 2000-04-21
Inventor: KIMURA CHIKAO; SATO TAKASHI; TAKAMURA FUMIO
Applicant: JAPAN RADIO CO LTD
Classification:
- international: **H01J9/12; H01J43/24; H01J9/12; H01J43/00; (IPC1-7): H01J43/24; H01J9/12**
- european:
Application number: JP19980296036 19981001
Priority number(s): JP19980296036 19981001

Report a data error here

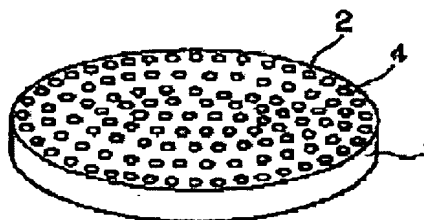
Abstract of JP2000113851

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron multiplier tube having electron multiplier faces with a high secondary electron emission factor, a multi-channel plate and their manufacturing method. **SOLUTION:** This electron multiplier tube is constituted of a plate-like insulating substrate 1, channels 2 formed with electron multiplier faces 3 emitting secondary electrons via the collision of electrons with the inner wall faces of through holes provided on the insulating substrate 1, a cathode electrode 4 and an anode electrode 5 provided on both faces of the insulating substrate 1 to apply a voltage to the electron multiplier faces 3. At least the electron multiplier faces 3 of the insulating substrate 1 are made of diamond or diamond-like carbon, or bend sections 2a are formed on the channels 2. Diamond is deposited on the surface of a wire, then the wire is removed by etching.

(a)



(b)



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-113851

(P2000-113851A)

(43) 公開日 平成12年4月21日 (2000. 4. 21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターム(参考)
H 0 1 J 43/24		H 0 1 J 43/24	5 C 0 2 7
9/12		9/12	D 5 C 0 3 8

審査請求 未請求 請求項の数14 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平10-296036	(71) 出願人	000191238 新日本無線株式会社 東京都中央区日本橋横山町3番10号
(22) 出願日	平成10年10月1日 (1998. 10. 1)	(72) 発明者	木村 親夫 埼玉県上福岡市福岡二丁目1番1号 新日本無線株式会社川越製作所内
		(72) 発明者	佐藤 高 埼玉県上福岡市福岡二丁目1番1号 新日本無線株式会社川越製作所内
		(72) 発明者	高村 文雄 埼玉県上福岡市福岡二丁目1番1号 新日本無線株式会社川越製作所内
		Fターム(参考)	5C027 EE01 EE07 EE12 5C038 BB02 BB06 BB09

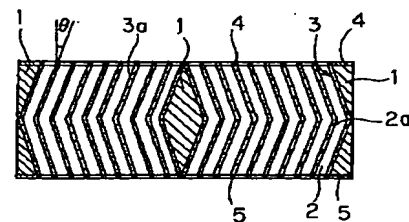
(54) 【発明の名称】 電子増倍管およびマルチチャンネルプレートならびにそれらの製造方法

(57) 【要約】

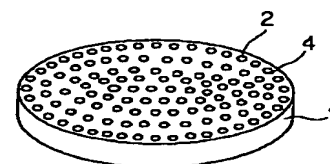
【課題】 二次電子の放出率が高い電子増倍面を有する電子増倍管、マルチチャンネルプレート、およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 板状の絶縁性基体1と、その絶縁性基体1に貫通孔が設けられその貫通孔の内壁面に電子の衝突により二次電子を放出する電子増倍面3が形成されるチャンネル2と、その電子増倍面3に電圧を印加するため、絶縁性基体1の両面にそれぞれ設けられるカソード電極4およびアノード電極5とからなっている。そして、絶縁性基体1の少なくとも前記電子増倍面3がダイヤモンドまたはダイヤモンドライクカーボンにより形成されるか、チャンネル2に屈曲部2aが形成される構造にする。電子増倍面3をダイヤモンドにより形成するには、ワイヤの表面にダイヤモンドを析出させた後にワイヤをエッチングにより除去する。

(a)



(b)



- | | |
|----------|------------|
| 1 絶縁性基体 | 2a 屈曲部 |
| 2 チャンネル | 3a ダイヤモンド膜 |
| 3 電子増倍面 | 5 アノード電極 |
| 4 カソード電極 | 7 ワイヤ |

FP04-0485-
0000-HP
05. 6.07
SEARCH REPORT

【特許請求の範囲】

【請求項1】 板状の絶縁性基体と、該絶縁性基体に貫通孔が設けられ該貫通孔の内壁面に電子の衝突により二次電子を放出する電子増倍面が形成されるチャンネルと、前記電子増倍面に電圧を印加するため前記絶縁性基体の両面にそれぞれ設けられる電極とを有し、前記絶縁性基体の少なくとも前記電子増倍面がダイヤモンドまたはダイヤモンドライクカーボンからなる電子増倍管。

【請求項2】 前記チャンネルが、少なくとも1か所に屈曲部を有するように形成されてなる請求項1記載の電子増倍管。 10

【請求項3】 板状の絶縁性基体と、該絶縁性基体に貫通孔が設けられ該貫通孔の内壁面に電子の衝突により二次電子を放出する電子増倍面が形成されるチャンネルと、前記電子増倍面に電圧を印加するため前記絶縁性基体の両面にそれぞれ設けられる電極とを有し、前記チャンネルが少なくとも1か所に屈曲部を有するように形成されてなる電子増倍管。

【請求項4】 前記電子増倍面に不純物がドーピングされて所望の抵抗値に形成されてなる請求項1、2または3記載の電子増倍管。 20

【請求項5】 前記電子増倍面の表面に凹凸が形成されてなる請求項1、2、3または4記載の電子増倍管。

【請求項6】 板状の絶縁性基体と、該絶縁性基体に電子増倍面が複数個設けられることにより形成されるマルチチャンネルと、該マルチチャンネルの両端部にそれぞれ設けられる電極とからなり、前記マルチチャンネルのそれぞれのチャンネルが請求項1、2、3、4または5記載のチャンネルの構造であるマルチチャンネルプレート。 30

【請求項7】 (a) ワイヤの表面にダイヤモンド膜を被膜し、(b) 該ダイヤモンド膜を被膜したワイヤを絶縁基体により固着し、(c) 前記ワイヤが固着された絶縁基体を板状体加工し、(d) 前記ワイヤをエッチングにより除去し、(e) 前記板状体の両面にそれぞれ電極を形成することを特徴とする電子増倍管の製造方法。

【請求項8】 請求項7の製造方法において、(b) 工程で、ダイヤモンドを被膜したワイヤを複数本束ねて固着することによりマルチチャンネルプレートを形成するマルチチャンネルプレートの製造方法。 40

【請求項9】 前記ワイヤの少なくとも1か所に屈曲部を形成してから前記ダイヤモンド膜を被膜する請求項7または8記載の製造方法。

【請求項10】 前記(c) 工程で、板状体を前記ワイヤに対する垂直面から傾けて形成し、該板状体を少なくとも2枚前記ワイヤが接続するように貼着し、前記ワイヤをエッチングにより除去する請求項7または8記載の製造方法。

【請求項11】 前記ダイヤモンド膜を被膜する少なくとも初期段階に不純物をドーピングすることにより、前 50

記ワイヤが除去されて露出するダイヤモンド膜の表面を所望の抵抗値に形成する請求項7、8、9または10記載の製造方法。

【請求項12】 前記ワイヤの表面に高融点金属微粒子を焼着することにより凹凸を形成し、その後前記ダイヤモンド膜を被膜する請求項7、8、9、10または11記載の製造方法。

【請求項13】 前記ワイヤに金属ワイヤを用い、該金属ワイヤの表面を酸化させ、または高融点金属酸化物を前記ワイヤの表面に焼着し、その後還元することにより表面に凹凸を形成してから前記ダイヤモンド膜を被膜する請求項7、8、9、10または11記載の製造方法。

【請求項14】 前記ワイヤの表面に白金族の金属微粒子を被膜した後、前記ダイヤモンド膜を被膜する請求項7、8、9、10、11、12または13記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、イメージインテンシファイア、光電子増幅器などに用いられる電子増倍管、マルチチャンネルプレートおよびそれらの製造方法に関する。さらに詳しくは、チャンネル構造を改良することにより、電子増倍率を向上させ得る電子増倍管、マルチチャンネルプレートおよびそれらの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】二次電子放出現象を利用した電子増倍管は、光電子増倍管をはじめとして広く実用化されている。電子増倍管は、ガラスパイプやセラミックパイプの内壁をチャンネルとして、そのチャンネル壁面に電界によって加速された電子を衝突させることにより、複数個の二次電子を発生させる機構になっている。この電子増倍管をマイクロサイズ化して高密度に集積化することにより、平面構造のマルチチャンネルプレートが形成され、イメージインテンシファイアなどのイメージデバイスに用いられている。近年、このイメージデバイスに対する要求は、高密度、高感度、高速動作、広ダイナミックレンジへと一層の高性能化が要求されている。そのため、電子増倍管に対してこれらの高性能化を満たすため、電子増倍率の向上が要求されている。

【0003】電子増倍管の電子増倍率は、主として、材料に基づく電子増倍面の二次電子放出特性、電子が壁面に衝突する回数およびそのエネルギーに依存する。したがって、電子増倍率を向上させるためには、(1) 高二次電子放出率の材料を使用する方法、(2) チャンネルを長くして衝突回数を増やす方法、が有効である。

【0004】従来の電子増倍管は、パイプ状の内壁面を形成する必要性から、たとえば鉛ガラスのようなガラスやセラミックスなどが用いられている。従来のマルチチャンネルプレートは、束ねたガラスパイプを加熱、軟化

させた状態で引き伸ばすことにより多数のパイプを有するプレートを形成したり、特開平4-87247号公報に示されるように、高鉛ガラスの基板にエッチングによりパイプを形成し、水素のような還元性ガス雰囲気中で熱処理をすることにより形成されている。

【0005】また、電子の衝突回数を増やすため、チャンネルの開口面積を変えずに単にチャンネルを長くすると、両端に印加する電圧を高くする必要があり、デバイスの使用電圧が高くなるため、単に使いにくくなるばかりでなく、壁面への残留ガスイオン衝撃による損傷を増加させるという欠点があり、望ましい改善策とはいえない。さらに、このようなパイプに平行な方向から入射する電子はチャンネルの壁面に衝突する回数が少ないため電子増倍機能が増大しない。このような問題を解決するため、たとえば特開平4-87247号公報に示され、図4(a)～(b)に示されるように、マルチチャンネルプレートのチャンネル22をプレート21の面21aに対して斜めにしたり、チャンネル22の径を電子入射側から電子出射側に向かって徐々に小さくすることにより、入射する電子が、チャンネル22の内壁面に衝突しやすくして、二次電子を増大させる方法が考えられている。なお、図4で24はカソード電極（入力側）、25はアノード電極（出力側）をそれぞれ示す。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の電子を衝突させる電子増倍面がガラスやセラミックスにより構成される電子増倍管では、二次電子放出率が低いと共に、抵抗が大きく高電圧を印加して電子を加速しないと、必要な二次電子増倍が得られないという問題がある。一方、高二次電子放出率を有する材料として、ダイヤモンドの（111）面が負の電子親和力を有するため二次電子放出率が大きく入出力間に印加する電圧が低くできることが知られているが、ダイヤモンドによりパイプを作ることは技術的に困難で、実用化されていない。

【0007】また、電子を衝突させる回数を増加させるため、チャンネルをプレート面に対して斜めに傾けたり、その径を出力側で小さくなるように徐々にその径を変化させても、電子増倍面を構成するパイプと平行に入射する電子は殆ど衝突することがなく、充分には二次電子の放射に寄与せず、高い電子増倍率が得られないという問題がある。

【0008】本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、二次電子の放出率が高いダイヤモンドを使用した電子増倍管、マルチチャンネルプレート、およびそれらの製造方法を提供することを目的とする。

【0009】本発明の他の目的は、チャンネル長を極端に長くすることなく確実に電子の衝突回数を増やすことができる構造にして電子増倍率を向上することができる電子増倍管およびマルチチャンネルプレートを提供することにある。

【0010】本発明のさらに他の目的は、電子増倍率を高くすることができる電子増倍面の構造およびそれらの製造方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の電子増倍管は、板状の絶縁性基体と、該絶縁性基体に貫通孔が設けられ該貫通孔の内壁面に電子の衝突により二次電子を放出する電子増倍面が形成されるチャンネルと、前記電子増倍面に電圧を印加するため前記絶縁性基体の両面にそれぞれ設けられる電極とを有し、前記絶縁性基体の少なくとも前記電子増倍面がダイヤモンドまたはダイヤモンドライクカーボンからなっている。

【0012】ここにダイヤモンドライクカーボンとは、純粋なダイヤモンドの他に、グラファイトやアモルファスカーボンのようなカーボンも含む意味である。

【0013】この構成にすることにより、電子親和力を有するダイヤモンドを電子増倍面にしているため、電子放出率が大きく、電子増倍率を向上させることができる。

【0014】前記チャンネルが、少なくとも1か所に屈曲部を有するように形成されていることが、電子の電子増倍面での衝突を多くすることができるため好ましい。

【0015】本発明の電子増倍管の他の形態は、板状の絶縁性基体と、該絶縁性基体に貫通孔が設けられ該貫通孔の内壁面に電子の衝突により二次電子を放出する電子増倍面が形成されるチャンネルと、前記電子増倍面に電圧を印加するため前記絶縁性基体の両面にそれぞれ設けられる電極とを有し、前記チャンネルが少なくとも1か所に屈曲部を有するように形成されている。この構造にすることにより、電子増倍面での電子の衝突回数を増大させることができるため、電子増倍率を向上させることができる。

【0016】前記電子増倍面に不純物がドーピングされて所望の抵抗値にされることにより、内部にキャリアを有するためより多くの二次電子を放出することができると共に、両電極間の抵抗が下がり、低電圧で駆動することができるため好ましい。

【0017】前記電子増倍面の表面に凹凸が形成されていることにより、核発生密度を飛躍的に高めることができ、二次電子増倍率を向上させることができる。

【0018】絶縁性基体に電子増倍面が複数個設けられることによりマルチチャンネルが形成され、該マルチチャンネルのそれぞれのチャンネルに前記チャンネルの各構造を適用することにより、前述のそれぞれの特性を有するマルチチャンネルプレートが得られる。

【0019】本発明の電子増倍管の製造方法は、(a)ワイヤの表面にダイヤモンド膜を被膜し、(b)該ダイヤモンド膜を被膜したワイヤを絶縁基体により固着し、(c)前記ワイヤが固着された絶縁基体を板状体に切断し、(d)前記ワイヤをエッチングにより除去し、

(e) 前記板状体の両面にそれぞれ電極を形成することを特徴とする。

【0020】前記(b)工程で、ダイヤモンドを被膜したワイヤを複数本束ねて固着することにより、マルチチャンネルプレートを形成することができる。

【0021】前記ワイヤの少なくとも1か所に屈曲部を形成してから前記ダイヤモンド膜を被膜するか、前記

(c)工程で、板状体を前記ワイヤに対する垂直面から傾けて形成し、該板状体を少なくとも2枚前記ワイヤが接続するように貼着することにより、チャンネルに屈曲部を有する電子増倍管またはマルチチャンネルプレートを得ることができる。

【0022】前記ダイヤモンド膜を被膜する少なくとも初期段階に不純物をドーピングすることにより、前記ワイヤが除去されて露出するダイヤモンド膜の表面を所望の抵抗値に形成することができる。

【0023】前記ワイヤの表面に高融点金属微粒子を煙着することにより凹凸を形成したり、前記ワイヤに金属ワイヤを用い、該金属ワイヤの表面を酸化させ、または高融点金属酸化物を前記ワイヤの表面に煙着し、その後還元することにより表面に凹凸を形成してから前記ダイヤモンド膜を被膜することにより、核発生密度を高めて二次電子を放出しやすいダイヤモンド膜を成膜することができ、高二次電子増倍面を形成することができる。ここに煙着とは、数十～数百 Torr の不活性ガスまたは不活性ガスと酸素の混合ガス中で、物質を蒸発させ、蒸発物質が蒸発源の近傍でガス分子と衝突後、凝縮してクラスタ(微粒子)を形成し基板上に微粒子を成長する気相成長法である。

【0024】前記ワイヤの表面に白金族の金属微粒子を被膜した後、前記ダイヤモンド膜を被膜することにより、電子放出に有効な(111)面のダイヤモンドの結晶面を形成しやすいため好ましい。

【0025】

【発明の実施の形態】つぎに、図面を参照しながら本発明の電子増倍管、マルチチャンネルプレートおよびそれらの製造方法について説明をする。

【0026】本発明による電子増倍管は、図1にマルチチャンネルプレートの一実施形態の断面説明図および斜視図が示されるように、板状の絶縁性基体1と、その絶縁性基体1に貫通孔が設けられその貫通孔の内壁面に電子の衝突により二次電子を放出する電子増倍面3が形成されるチャンネル2と、その電子増倍面3に電圧を印加するため、絶縁性基体1の両面にそれぞれ設けられるカソード電極4およびアノード電極5とからなっている。そして、絶縁性基体1の少なくとも前記電子増倍面3がダイヤモンドまたはダイヤモンドライクカーボンからなっていることに特徴がある。

【0027】絶縁基体1は、たとえば樹脂やガラスから

なり、図1(b)に斜視図が示されるように、貫通孔の内面に電子増倍面3が形成されたチャンネル2が設けられており、少なくともその電子増倍面3はダイヤモンドからなっている。すなわち、電子増倍面3を構成するダイヤモンドは、カーボンを結晶成長させたもので、完全な単結晶になっていなくても、多結晶の構造になっていてもよい。このカーボン膜の周囲は、エポキシ樹脂などの樹脂や、鉛ガラスなどのガラスにより固着されており、このカーボン膜および樹脂などにより絶縁性基体1が0.5～1mm程度の厚さで、マルチチャンネルプレートを形成するには、たとえば直径が6cm程度に形成されている。

【0028】チャンネル2は、直径が0.04～0.1mm程度で、たとえばイメージインテンシファイア用のマルチチャンネルプレートを形成するには、36万～140万個程度形成されている。このチャンネル2の内面は、前述のように、二次電子放射率の高いダイヤモンド膜が設けられており、電子増倍面3が形成されている。そして、図1に示される例では、このチャンネル2に屈曲部2aが1か所設けられており、縦断面形状がく字型に形成されている。この屈曲部の角度は、あまり大きく曲げると電子の通過が困難になり、小さすぎると電子の衝突回数を増やす効果が得られない。そのため、たとえばマルチチャンネルプレート面に垂直方向に対するチャンネルの傾き角 θ (図1(a)参照)が、 $10 \sim 45^\circ$ の範囲に入るように屈曲部2aを設けることが好ましい。また、屈曲部の数は、図1に示されるように、マルチチャンネルプレートの厚さの中心部に1か所だけ設けられることにより、チャンネルの入力側と出力側が平面的に同じ位置になり、入力する画像情報と出力する画像情報の位置ずれが少なくなるため好ましいが、屈曲部を2以上にしても、同様に入力側と出力側の位置を平面的に同じ位置になるように形成することができ、屈曲部の浅い角度に対しても電子の衝突回数を増やすことができ、屈曲部の数には限定されない。

【0029】チャンネル2の内面の電子増倍面3は、凹凸が形成されていることが、表面積が大きくなり、二次電子を放出しやすくなること、二次電子を放出しやすいダイヤモンド粒子を増大させる核発生密度を飛躍的に向上させることができるため好ましい。

【0030】電極4、5は、電子増倍面3に電位を印加するためのもので、Au/Ti、Alなどの金属をスパッタリングまたは真空蒸着により0.5～2 μ m程度の厚さに形成される。この際、チャンネル2内に電極用金属が付着しないように、レジストをチャンネル2内に含浸させてからスパッタリングまたは真空蒸着をする。

【0031】つぎに、図1に示される電子増倍管の製造方法を図2を参照しながら説明する。まず、図2(a)に示されるように、たとえばタングステンまたはモリブデンなどからなる40～100 μ m ϕ 程度の太さの金属

10

20

30

40

50

ワイヤ7を屈曲させて屈曲部7aを形成する。このワイヤ7は、前述のようにタングステンなどの高融点金属材料がダイヤモンド膜の合成の点から好ましいが、高融点金属材料以外にも、銅、白金などを使用することができる。

【0032】つぎに、図2(b)に示されるように、ワイヤ7の周囲にダイヤモンド膜3aを成長させる。具体的には、ダイヤモンド膜合成装置内にワイヤ7をセッティングし、反応ガスのメタンおよび酸素を、キャリアガスの水素と共に導入し、800~1000℃で反応させるマイクロ波プラズマ法により、金属ワイヤ7の表面にダイヤモンド膜3aが成長する。この際、ワイヤ7が白金であれば、(111)面の結晶面でダイヤモンド結晶層が成長する。2~5μm程度の厚さ成長した後に、熱フィラメント法により成長を続け、トータルとして20~50μm程度の厚さにダイヤモンド膜3aを成長する。このように、初期段階でマイクロ波プラズマ法を用いることにより、高密度プラズマのため、ワイヤ7の表面へのダイヤモンド粒子の核発生密度を高めることができ、電子放出が可能なダイヤモンド粒子を増大させることができる点で好ましく、また、成長中期以降に熱フィラメント法を用いることにより、成膜速度を早くすることができるため好ましい。しかし、これらの方法以外にも燃焼炎法、プラズマジェット法などのCVD法によりダイヤモンドの結晶を成長させることができる。

【0033】つぎに、図2(c)に示されるように、ダイヤモンド膜3aが被膜されたワイヤ7を複数本束ね、たとえばエポキシ樹脂などの樹脂や鉛ガラスなどのガラスにより接着してロッド状にする。その後、ロッド状にした複数の金属ワイヤ群を切断することにより、図2(d)に示されるような板状体にする。なお、図2ではダイヤモンド膜3aを被膜したワイヤ7間の間隙が示されていないが、その間隙部には樹脂またはガラスが充填されており、ダイヤモンド膜3aと共に絶縁性基体1を構成している。なお、図2(d)で、中間部分のダイヤモンド膜3aを被膜したワイヤ7の図示は省略されている。

【0034】その後、図2(e)に示されるように、切断面をダイヤモンド粉末により研磨し、塩酸、硫酸などのエッチング液を用いて金属ワイヤ7をエッチングすることにより、貫通孔としチャンネル2を形成する。

【0035】その後、チャンネル2をレジストなどの含浸により閉塞し、スパッタリングまたは真空蒸着法により、Au/TiまたはAlなどの金属を板状体の両面に成膜し、カソード電極4およびアノード電極5を形成することにより、図1(a)に示されるようなマルチチャンネルプレートを形成することができる。

【0036】本発明によれば、電子増倍管の電子増倍面をダイヤモンド膜またはダイヤモンドライクカーボンにより形成しているため、高い二次電子放射率を得ること

ができ、高い電子増倍率を得ることができる。

【0037】さらに、チャンネルに少なくとも1か所の屈曲部を設けることにより、チャンネルと平行に入射してきた電子でも必ず電子増倍面と衝突し、その衝突により発生した二次電子がさらに電子増倍面に衝突し、電子の衝突回数を増やすことができ、電子増倍率が向上する。しかも、屈曲部が設けられることにより、入射側と出力側との平面的位置のずれをなくすることができ、入射する画像情報と出力する画像情報の位置ずれをなくすることができる。この屈曲部による効果は、電子増倍面がダイヤモンド膜で形成されていなくても得られる。

【0038】さらに、本発明の製造方法によれば、ワイヤの表面にダイヤモンド膜またはダイヤモンドライクカーボンを結晶成長させてから、ワイヤをエッチングにより除去しているため、二次電子放射率の高いダイヤモンドを電子増倍面としたチャンネルを簡単に製造することができ、非常に電子増倍率の高い電子増倍管を得ることができる。

【0039】図3は、本発明のマルチチャンネルプレートの製造方法の他の例の説明図である。すなわち、前述の例では、ワイヤ7に屈曲部を形成し、そのワイヤ7にダイヤモンド膜3aを被膜して束ねることによりマルチチャンネル構造を形成したが、図3に示される例は、ワイヤは直線のままで、プレート8に加工する(切り出す)際に、プレート面8aをワイヤに直角ではなく、斜めになるようにプレート8を形成し(図3(a)参照)、同様に形成したプレート8をワイヤ7部分が接続されるようにエポキシ樹脂により貼着することにより、ワイヤの屈曲部を形成する(図3(b)参照)もので、その後の工程は、前述と同様にワイヤをエッチングにより除去し、電極を形成することによりチャンネル2に屈曲部2aが形成されたマルチチャンネルプレートを形成することができる。この方法を用いることにより、曲ったワイヤを一定の場所に屈曲部を有するように束ねる作業がなく、容易に屈曲部を有するマルチチャンネルを製造することができる。

【0040】前述の各例では、ワイヤ7へのダイヤモンド膜3aの成長を純粋なダイヤモンドの成長により行ったが、ダイヤモンドの成長の際に、ジボラン(B₂H₆)ガス、またはホスフィン(PH₃)を反応ガスと共に導入することにより、ホウ素(B)またはリン(P)をドーピングしたダイヤモンド膜を成長させて抵抗値を下げることができ、その混合割合に応じて所望の表面抵抗値に形成することができる。この不純物をドーピングすることにより、ダイヤモンドはその内部にキャリアを有するため、より多くの二次電子を放出させることができると共に、両端間に印加する電圧を低くしても所望の二次電子を得ることができる。

【0041】また、前述の各例では、ワイヤ上に直接ダイヤモンド膜を成長したが、ワイヤの表面にタングステ

ンなどの高融点金属の微粒子を煙着法により設けた後に、前述の方法によりダイヤモンド膜を成長することにより、ダイヤモンドの核発生密度を飛躍的に高めることができる。核発生密度とは、単位面積当りの核発生数のことであり、核発生密度の増大は、電子放出可能なダイヤモンド粒子の増大を意味し、より二次電子増倍率を高めたマルチチャンネルプレートを得ることができる。

【0042】核発生密度を向上させる他の方法として、金属ワイヤを陽極酸化、酸化性雰囲気による酸化、水蒸気による酸化などにより表面を酸化させ、さらに還元することにより金属ワイヤの表面に微小な荒れを形成し、その後にダイヤモンドを析出させてもよい。この酸化および還元工程が施された金属ワイヤの表面は微小なダメージを受けているため、ダイヤモンドの核が生成されやすいサイトが多数存在する。この表面にダイヤモンドを析出させる場合、表面が未処理の場合に比べ、核発生密度が増大し、上記微粒子を付着させたときと同様の効果を有する高二次電子増倍率のマルチチャンネルプレートを得ることができる。

【0043】また、上記タングステン微粒子の代りに、白金黒などの白金族微粒子を付着させたワイヤの表面にダイヤモンドを析出させてもよい。白金上に析出するダイヤモンドは、電子放出に有効な(111)面が成長しやすいことが知られている。この(111)面は、前述のようにとくに二次電子の放射率が高く、より高二次電子増倍率のマルチチャンネルプレートを得ることができ

る。

【0044】

【発明の効果】本発明によれば、非常に電子増倍率を向上させた電子増倍管を得ることができる。その結果、この電子増倍管を多数束ねたマルチチャンネルプレートを用いることにより高感度なイメージンシファイアを得ることができ、近年の高性能化の要求を満たすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電子増倍管を用いたマルチチャンネルプレートの一実施形態の断面および斜視説明図である。

【図2】図1のマルチチャンネルプレートの製造工程を示す図である。

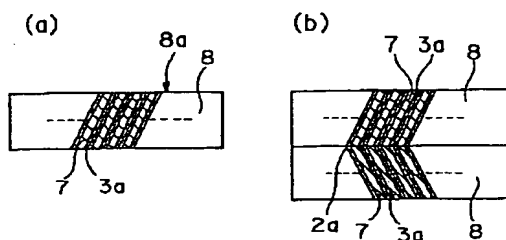
【図3】本発明のマルチチャンネルプレートの製造方法の他の例の説明図である。

【図4】従来のマルチチャンネルプレートの断面説明図である。

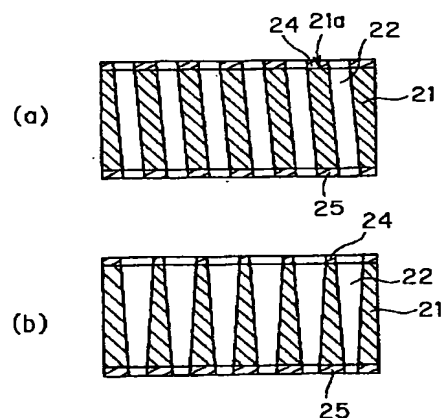
【符号の説明】

- | | |
|----|---------|
| 1 | 絶縁性基体 |
| 2 | チャンネル |
| 2a | 屈曲部 |
| 3 | 電子増倍面 |
| 3a | ダイヤモンド膜 |
| 4 | カソード電極 |
| 5 | アノード電極 |
| 7 | ワイヤ |

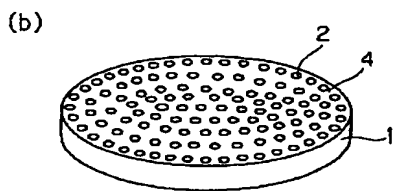
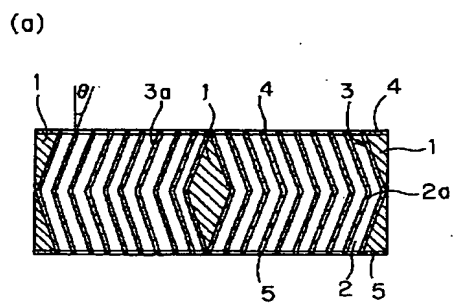
【図3】



【図4】



【図1】



- | | |
|----------|-------------|
| 1 絶縁性基体 | 2 a 屈曲部 |
| 2 チャンネル | 3 a ダイヤモンド膜 |
| 3 電子増倍面 | 5 アノード電極 |
| 4 カソード電極 | 7 ワイヤ |

【図2】

